

ßern. Abb. 7 bestätigt diese Vermutung. Relativ kurze $M^2 + M^3$ haben danach außerdem andere Kommensalformen (*brevirostris*, *bactrianus*) ferner *Mus musculus praetextus* von Zypern.

Nach Abb. 8 haben iberische *Mus spretus* relativ breitere M^1 als iberische *Mus musculus brevis*. Darüber hinaus zeigt jedoch auch dieses Maßpaar eine uneinheitliche Verteilung.

Bei der Betrachtung von Maßpaaren lassen sich jeweils nur bestimmte Gruppen, jedoch niemals alle zugleich, trennen. Speziell für die sympatrischen Arten *Mus spretus* und *Mus musculus brevis* habe ich mich deshalb bemüht, eine vereinfachte Trennformel zu finden. Eine solche Trennfunktion, mit deren Hilfe anschließend 95% der Tiere richtig bestimmt werden konnten, lautet:

$$Y = 0,515 M^1 + 0,451 M^{2+3} + 0,339 AM^1 - 0,646 \text{ Einbiß}$$

Für $Y > 2,0$ handelt es sich wahrscheinlich um *M. spretus*, sonst um *M. m. brevis*.

Schließlich wurde die Serie von Lagos (Südportugal) untersucht, in der NIETHAMMER (1956) 8 Tiere für intermediär zwischen *spretus* und *brevirostris* ansah. Auch bei Anwendung der Trennfunktion mit 17 Variablen waren einige von ihnen nicht sicher zuzuordnen (Abb. 9).

Diskussion

Iberische Hausmäuse, die aufgrund der relativen Schwanzlänge in *Mus musculus* und *Mus spretus* getrennt worden waren, zeigen auch in Schädelmaßen derartige Unterschiede, das Einzeltiere danach mit Hilfe einer Diskriminanzfunktion weitgehend richtig bestimmt werden können. Intermediär wirkende Tiere können zwar auftreten (Abb. 9), sodaß gelegentliche Bastardierung nicht auszuschließen ist. Wahrscheinlich handelt es sich aber um Grenzfälle der innerartlichen Variation, da Semisterilität und ökologische Trennung gewichtige Bastardierungshemmnisse sind und Bastarde über Isoenzymmuster bisher nicht gefunden werden konnten.

Die von BONHOMME et al. (1978) als weitere Art aufgefaßten griechischen Hausmäuse ähneln morphometrisch türkischen und afghanischen *Mus*. Unterschiedlich in dieser Gruppe ist die relative Schwanzlänge (81% in Griechenland, 90% in der Türkei, 96% in Afghanistan). Da die afghanischen Hausmäuse zudem kommensal leben, ist diese Gruppe möglicherweise uneinheitlich.

Der relativ weite morphometrische Abstand zwischen griechischen Hausmäusen und solchen aus dem Burgenland entspricht einem großen enzymatischen Abstand, den BONHOMME et al. (1978) zwischen freilebenden griechischen Hausmäusen und solchen aus Ungarn (*spicilegus*) gefunden haben. Daraus folgt, daß diese griechischen Populationen keineswegs als *Mus spicilegus* bezeichnet werden dürfen, wenn es sich bei ihnen nicht überhaupt um Angehörige einer weiteren Art handelt. Ein Name für diese Gruppe scheint bisher nicht zu existieren, soll aber an dieser Stelle auch deshalb nicht vergeben werden, weil zuvor die Beziehungen zu den vorderasiatischen Hausmäusen zu klären wären.

Im Gegensatz zu den kommensalen Hausmäusen Europas, die sich morphometrisch und enzymatisch als relativ einheitlich erwiesen haben, ist also die Gruppe der Freilandformen heterogen. Dies scheint auch für eine Verhaltensweise, die Anlage besonderer Winterbaue zu gelten, die für *spicilegus* und griechische Freilandhausmäuse (ZIMMERMANN 1949) beschrieben worden, bei *Mus spretus* aber bisher nicht bekannt geworden sind. Die Anlage von besonderen Vorratshügeln schließlich ist bisher nur von *spicilegus* beschrieben.

Bereits STOLTE (1929) hat ostdeutsche Freilandhausmaus-♂♂ (*Mus musculus musculus*) mit Laborhausmaus-♀♀ (vermutlich gezüchtet aus der Kommensalform *M. m. domesticus*) unbegrenzt kreuzen können (wobei ihm die reziproke Kreuzung der Parentalgeneration jedoch nie gelang – vermutlich wegen zu starker Verhaltensunterschiede).

Mus musculus musculus und *Mus (musculus) spicilegus* sind über eine natürliche Hybridzone miteinander verbunden. Wie weit griechische Hausmäuse und *spicilegus* reproduktiv isoliert sind, bleibt zu überprüfen.

Danksagung

Frau Dr. FRIEDERIKE SPITZENBERGER, Wien, und Herr Dr. R. HUTTERER, Bonn, haben Material ausgeliehen. Herr Prof. Dr. H. SCHNEIDER, Bonn, stellte die notwendige Zeit am Rechenzentrum zur Verfügung. Herr Prof. Dr. J. NIETHAMMER hat die Arbeit kritisch durchgesehen und ergänzt. Ihnen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Zusammenfassung

12 Hausmauspulationen (Gattung *Mus*) aus dem Mittelmeergebiet, Vorderasien und Afghanistan wurden in 17 Maßen über eine Diskriminanzanalyse und in einzelnen Maßkombinationen auch bivariat verglichen. Dabei ergaben sich die folgenden vier Gruppen:

1. *Mus spretus*: Iberische Halbinsel, Marokko und Tunesien.
2. *Mus (musculus) spicilegus*: Burgenland (Österreich).
3. Kommensale, langschwänzige Hausmäuse, *M. m. domesticus*: Rheinland, *M. m. brevirostris*: Iberische Halbinsel, *M. m. praetextus*: Sizilien, Zypern.
4. Freilebende, kurzschwänzige Hausmäuse aus Griechenland, Hausmäuse aus der Türkei und langschwänzige, kommensale Hausmäuse aus Afghanistan.

Soweit die Populationen vergleichbar sind, spiegelt das Muster der morphometrischen Abstände recht gut das der isozymatischen (BONHOMME 1978) wider.

Literatur

- BARTLETT, M. S. (1938): Further aspects of the theory of multiple regression. Proc. Camb. Phil. Soc. **34**, 33–40.
- BONHOMME, F., et al. (1978): Hybridation en laboratoire de *Mus musculus* L. et *M. spretus* Lataste. Experientia **34**, 1140.
- (1978): Sur l'existence en Europe de quatre groupes de Souris (genre *Mus* L.) du rang espèce et semi-espèce, démontrée par la génétique biochimique. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 287, Serie D, 631–633.
- (1979): Premières données sur la systématique biochimique des souris (genre *Mus* L.) en Afrique du Nord. (En presse).
- BRITTON, J.; THALER, L. (1977): Evidence for the Presence of Two Sympatric Species of Mice (Genus *Mus* L.) in Southern France Based on Biochemical Genetics. Biochemical Genetics **16**, 213–225.
- BRITTON-DAVIDIAN, J., et al. (1978): Lactate dehydrogenase polymorphism in *Mus musculus* L. and *Mus spretus* Lataste. Experientia **34**, 1144–1145.
- DAVIES, R. G. (1971): Computer Programming in Quantitative Biology. London and New York: Academic Press.
- NIETHAMMER, J. (1956): Insektenfresser und Nager Spaniens. Bonn. zool. Beitr. **7**, 249–295.
- PELZ, H.; NIETHAMMER, J. (1978): Kreuzungsversuche zwischen Labor-Hausmäusen und *Mus spretus* aus Portugal. Z. Säugetierkunde **43**, 302–304.
- REICHSTEIN, H. (1978): *Mus musculus* Linnaeus, 1758 – Hausmaus. In: Handbuch der Säugetiere Europas. (Ed. by NIETHAMMER, J.; KRAPP, F.). Wiesbaden: Akademische Verlagsgesellschaft.
- SAGE, R. D. (1978): Genetic Heterogeneity in Spanish house mice. Mouse News Letters **58**, 56–57.
- SELANDER, R. K. et al. (1969 a): Protein Polymorphism and Genetic Heterozygosity in Two European Subspecies of the House Mouse. Evolution, **379–390**.
- SELANDER, R. K. (1970): Biochemical Polymorphism in Populations of the House Mouse and Old-Field Mouse. In: BERRY, R. J.; SOUTHERN, H. N.: Variation in Mammalian Populations. Sympos. Zool. Soc. London **26**, 73–91.
- SCHWARZ, E.; SCHWARZ, H. K. (1943): The wild and commensal stocks of the house mouse, *Mus musculus* Linnaeus. J. Mammalogy **24**, 59–72.
- STOLTE, H. A. (1929): Zur Biologie der Ährenmaus (*Mus spicilegus* Heroldi Krauß) und ihrer Bastarde mit der albinotischen Hausmaus. Verh. Dt. Zool. Ges. 1929.
- REMPE, U. (1962): Über einige statistische Hilfsmittel moderner zoologisch-systematischer Untersuchungen. Zool. Anz. **169**, 93–140.
- ZIMMERMANN, K. (1949): Zur Kenntnis der mitteleuropäischen Hausmäuse. Zool. Jb. (Systematik) **78**, 301–322.

Anschrift des Verfassers: Dr. HORST ENGELS, Rua Padre A. Vieira 22 r/c Dto., P-3000 Coimbra, Portugal

Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit des Gesichtssinnes beim Frettchen, *Mustela putorius f. furo* L.

Von TRUDE PONTENAGEL und U. SCHMIDT

Zoologisches Institut der Universität Bonn

Eingang des Ms. 15. 2. 1980

Abstract

Visual acuity and sensitivity in the ferret, Mustela putorius f. furo

Investigated was the sensitivity of 5 ferrets (3 ♂♂, 2 ♀♀) (*Mustela putorius f. furo*) by means of a two choice training apparatus. The absolute visual threshold was found between 8.6×10^{-5} and 8.6×10^{-6} cd/m² ($\cong 2.7 \times 10^{-7}$ – 2.7×10^{-6} asb). One albino did not differ in its threshold values.

Three adult ♂♂ ferrets were trained to distinguish striped patterns from grey patterns. The minimum visual resolution was 8'24" at 220 lx and 17'24" at 0.01 lx (distance from the target 50 cm).

Einleitung

Das Frettchen, *Mustela putorius f. furo*, wird seit vielen Jahrhunderten als Haustier gehalten und für die Jagd auf Kaninchen verwendet. Trotz dieser langen Domestikationszeit gleicht es in Physiologie und Verhalten der ursprünglichen Wildform, dem Iltis, in bemerkenswerter Weise. Bei der Orientierung dieser dämmerungsaktiven Tiere spielt der olfaktorische Sinn eine ausschlaggebende Rolle (APFELBACH 1978), die Bedeutung und Leistung des Gesichtssinns ist noch nicht ausreichend geklärt.

MÜLLER (1889) führte erstmals Untersuchungen über die visuelle Leistungsfähigkeit des Frettchens durch. Er sprach den Tieren eine „Empfindlichkeit von Licht und Schatten“ zu und vermutete, daß sie nur bewegte Objekte wahrnehmen könnten. Durch Ortsdressuren und Labyrinthversuche konnten MÜLLER (1930) und POLLARD und LEWIS (1969) und POLLARD (1971) nachweisen, daß optische Hilfen zur Orientierung benutzt werden. Auch beim Beutefang können visuelle Auslöser von Bedeutung sein (RAEBER 1944; APFELBACH 1973). Die wenigen Leistungsbestimmungen des Gesichtssinns lassen vermuten, daß Frettchen ein gutes Helligkeitsunterscheidungsvermögen besitzen (GEWALT 1959). Auch können sie optische Muster erkennen (DOTY et al. 1967). Anhand der Formenunterscheidung wurde von NEUMANN und SCHMIDT (1959) auf die Sehschärfe geschlossen. In unseren Untersuchungen sollen die physiologischen Leistungsdaten des Gesichtssinns erstellt werden.

Material und Methode

Versuchstiere

Die Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit des visuellen Systems wurden mit 5 im Zoologischen Institut der Universität Bonn gehaltenen Frettchen (*Mustela putorius f. furo*) durchgeführt. 2 ♂♂ (E, O) und 2 ♀♀ (C, S) waren wildfarben, das ♂ B ein Albino. Alle Versuchstiere (Vt.) waren dressurnaiv. Zu Versuchsbeginn hatten die 3 adulten Rüden ein Alter von ca. 15 Monaten, die juvenilen Fähen von ca. 5 Monaten. Die Versuchstiere wurden im Institut in 2 geräumigen Außenkäfigen gehalten, die Rüden von den Fähen getrennt.

U. S. Copyright Clearance Center Code Statement: 0044-3468/80/4506-0376 \$ 2.50/0

Z. Säugetierkunde 45 (1980) 376–383

© 1980 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin

ISSN 0044–3468/InterCode: ZSAEA 7

Während der Dressurversuche, die jeweils an 6 Wochentagen durchgeführt wurden, bekamen die Frettchen kleine Stücke Schweineherz als Belohnung (incl. Nachfütterung fraßen sie pro Tag ca. 100 g rohes Fleisch).

Versuchsanlage

Die Versuchsanlage (Abb. 1), eine Zweifachwahlanlage, bestand aus undurchsichtigem Kunststoff (Trovidur) und war mit Plexiglas abgedeckt. Sie gliederte sich in 4 Abteilungen: den Aufenthaltsraum (A), den Vorraum (V), die Wahlkammern (W) und die beiden Rücklaufgänge (R), durch die die Versuchstiere nach ihrer Wahl wieder in den Aufenthaltsraum gelangen konnten. Alle Abschnitte waren durch Fall- (F) oder Schiebetüren (S) miteinander verbunden, die mit Hilfe von Seilzügen geöffnet werden konnten. Der Vorraum ging am Entscheidungspunkt (EP) in die – durch eine Trennwand untergliederten – gleich großen Wahlkammern über. Die Trennwand konnte je nach Art des Versuches auf 500 oder 1000 mm eingestellt werden, um den Wahlabstand zu variieren. In der Rückwand der Wahlkammern war jeweils ein Fenster ausgespart, in das die 200×200 mm großen Dressurzeichen eingeschoben wurden. Unterhalb der Wahlapparatur war ein Lichtpult angebracht; es zeigte durch Leuchtdioden an, auf welcher der Trittplatten (T) sich das Tier befand. Bei genügender Lichtintensität konnten die Versuchstiere durch eine, zwischen den Dressurzeichen angebrachte schmale Plexiglasscheibe, beobachtet werden.

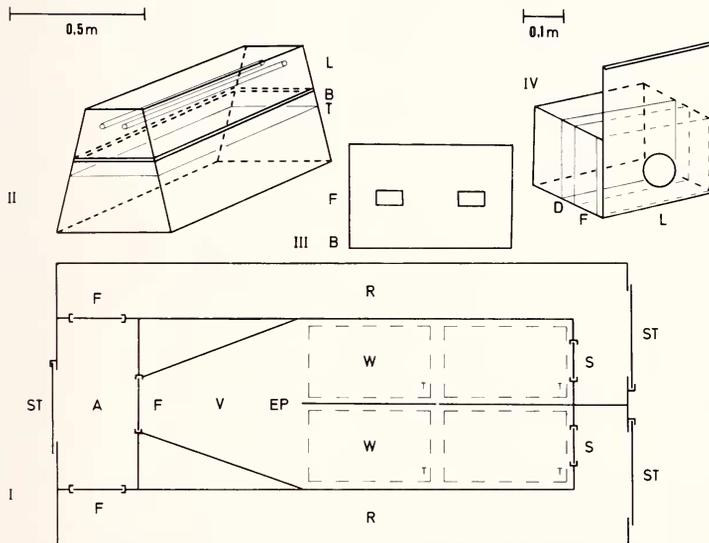


Abb. 1. Versuchsanlage: A = Aufenthaltsraum; EP = Entscheidungspunkt; F = Falltüren, R = Rücklaufgänge; S = Schwenktüren; ST = Schiebetüren; T = Trittplatten; W = Wahlkammern. II. Beleuchtungsanlage: B = Blendeneinschub; L = Leuchtstoffröhren; T = Transparenzfolie; III. Blende = B; F = Filter. IV. Lichtkasten: F = Filtereinschub; L = Lichtaustrittsöffnung; D = Diffusor

Zur Bestimmung der visuellen Sensitivität wurde ein Lichtkasten (Abb. 1, IV) benutzt, der sich wie ein Dressurzeichen in die Wahlapparatur einschieben ließ. Das Licht wurde durch eine 6-Volt-Gleichstromlampe erzeugt. Zwei Diffusorscheiben (D), innerhalb des Lichtkastens, sorgten für eine gleichmäßige Ausleuchtung des Anweisers. Die Lichtaustrittsöffnung (L) hatte einen Durchmesser von 80 mm. Die Lichtintensität konnte in 8 Stufen durch Grau-Filter (F) reguliert werden, die direkt hinter der Lichtaustrittsöffnung eingeschoben wurden. Die Leuchtdichte der ersten 3 Stufen wurde mit Hilfe eines Photometers (Salford Electrical Instruments LTD) gemessen; bei den niedrigen Intensitäten mußten die Leuchtdichtewerte extrapoliert werden. Die Leuchtdichte des Anweisers lag zwischen $8,6 \text{ cd/m}^2$ (Stufe I) und $8,6 \times 10^{-7} \text{ cd/m}^2$ (Stufe VIII). Als negatives Dressurzeichen diente eine matt-schwarz lackierte Metallplatte.

Die Gleichrastrer wurden auf photographischem Wege hergestellt (Photopapier Agfa BH 113). Bei der Ermittlung des Minimum separabile wurde die Dressurapparatur mit Hilfe eines Lichtkastens (Abb. 1, II und III) ausgeleuchtet, der dem hinteren Abschnitt der Wahlkammern auflag. Die Intensität

des Lichtes zweier Leuchtstoffröhren (L) (Osram L 20 W/19 Daylight de Lux) konnte durch eine Blende (B) reguliert werden, in die Grau-Filter (F) (Gelatine-Filter Nr. D = 1,0 der Firma Götting-Farbfilter) eingesetzt wurden. Als negative Dressurzeichen dienten Gleichraster von 0,48 mm Streifenbreite und in den Kontrollversuchen ungerasterte Grauwerte verschiedener Helligkeit. Die Beleuchtungsstärke wurde im Mittelpunkt des Dressurzeichens gemessen (Belichtungsmesser AEG - UME).

Versuchsablauf

Nach einer Anlernphase, in der die Versuchstiere in die Anlage eingewöhnt wurden, lernten sie, bei einem Wahlabstand von 100 cm, die leuchtende Kreisscheibe von dem negativen Dressurzeichen – der matt-schwarzen Metallplatte – zu unterscheiden. Öffnete sich die Tür des Aufenthaltsraumes zum Vorraum hin, liefen die Versuchstiere in diesen hinein und wählten eine der beiden Kammern. Dort liefen sie auf die Schwenktür zu, stießen diese auf, um dahinter nach dem Fleischstück zu suchen. Nachdem die Versuchstiere die Schwenktür passiert hatten, wurde diese geschlossen, um eine Korrektur zu vermeiden. Befanden sich die Frettchen wieder im Aufenthaltsraum, wurden die Dressurzeichen gewechselt und der nächste Lauf erfolgte. Pro Tag konnten durchschnittlich 20 Läufe mit jeweils einer Helligkeitsstufe absolviert werden. Der Dressurerfolg stellte sich bei ♀ C, ♀ S, ♂ B und ♂ Q nach 80 Läufen ein (= 6–18 Versuchstagen). Nach 160 Läufen (= 11 Versuchstagen) hatte auch das ♂ E das Dressurziel erreicht. Bei höheren Lichtintensitäten blieb die Beleuchtung während des Versuches gleich; bei Versuchen mit geringer Leuchtdichte wurde nach jedem 6. Lauf ein Dressurzeichen geboten, dessen Leuchtdichtewert um 2 Stufen höher lag. Dadurch konnte eine gleichmäßige Wahlsicherheit aufrecht erhalten werden. In den Reihen mit geringer Beleuchtungsstärke wurden die Versuchstiere vor Versuchsbeginn 20 min. dunkel adaptiert.

Bei der Dressur zur Bestimmung des Minimum separabile fand während der Andressur ein senkrechtes Gleichraster von 4 cm Streifenbreite Verwendung (Wahlabstand 50 cm). Um einen großen Kontrast zwischen positivem und negativem Dressurzeichen zu bieten, wurde als negativer Stimulus in der Anlernphase wieder die schwarze Metallplatte benutzt.

Da die Frettchen sehr schnell in den Vorraum einliefen und dabei nicht auf die Dressurzeichen achteten, wurde ein Plexiglasscheibe am Entscheidungspunkt eingeschoben, die die Wahlkammern verschloß. Durch das Abstoppen am Entscheidungspunkt verbesserte sich die Wahlsicherheit beträchtlich. Die Plexiglasscheibe wurde stets 3 s nach Öffnen der Tür hochgezogen. Eine Wahlbeeinträchtigung durch den Experimentator trat nicht auf, da die Versuchstiere während dieser Zeit nicht beobachtet wurden. Waren die Versuchstiere in die gewählte Kammer gelaufen, wurde die Scheibe heruntergelassen, um eine Korrektur der Wahl zu vermeiden. Bei negativer Wahl mußten die Versuchstiere ca. 5 s in

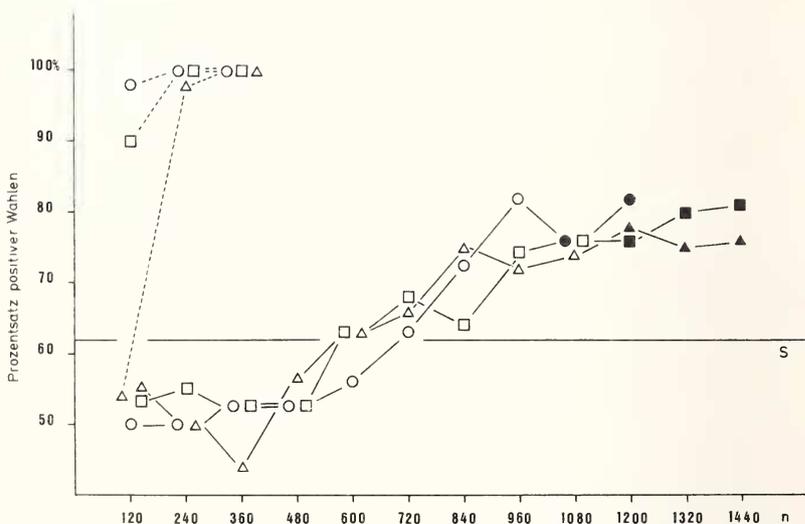


Abb. 2. Lernkurven der ♂♂ Versuchstiere. Abszisse = Anzahl der Läufe (n); Ordinate = Prozentsatz positiver Wahlen. S = Signifikanzgrenze ($p < 0,01$); unterbrochene Linien = Untersuchungen der visuellen Sensitivität; ausgezogene Linien = Dressur auf Gleichraster; offene Symbole = schwarzer Anweiser als Negativzeichen; ausgefüllte Symbole = Positiv- und Negativanweiser besitzen gleichen Helligkeitswert

der Wahlkammer verharren, erst danach konnten sie in den Aufenthaltsraum zurück und den nächsten Lauf beginnen. Bei allen Experimenten kann eine Beeinflussung der Wahlen durch olfaktorische Reize ausgeschlossen werden, da stets beide Wahlkammern beködert und die Dressurzeichen häufig erneuert wurden. Nur ganz allmählich lernten sie das Streifenmuster von der schwarzen Metallplatte zu unterscheiden. Es dauerte bei ♂ E und ♂ O 600, bei ♂ B 720 Läufe, bis sich ein Dressurerfolg einstellt. Nach insgesamt 1080 Läufen mit ♂ E und ♂ O und 960 mit ♂ B wurde die schwarze Metallplatte gegen eine Grau-Tafel als negatives Dressurzeichen ausgetauscht (Abb. 2).

Ergebnisse

Visuelle Sensitivität

In Abbildung 3 ist der Prozentsatz der positiven Wahlen der 5 Versuchstiere bei den 8 Leuchtdichtestufen dargestellt. Da die Versuchstiere eine zeitlich sehr unterschiedliche Laufbereitschaft zeigten, schwankte die Anzahl der Läufe bei den einzelnen Werten. Die Gesamtzahl der Dressurläufe in dieser Versuchsreihe lag bei den Versuchstieren zwischen 630 und 1260. Die Versuchstiere unterschieden sich hinsichtlich ihrer Dressurleistung nur unwesentlich. Der Prozentsatz positiver Wahlen liegt bei den Fähen im Durchschnitt etwas höher als bei den Rüden. Dies ist zum einen auf ihr ausgeglicheneres Temperament, zum anderen auf die längere Andressur und die dadurch erhöhte Dressursicherheit zurückzuführen. Die absolute visuelle Schwelle bewegt sich jedoch bei Rüden und Fähen im gleichen Bereich; auch sind keine Unterschiede zwischen den wildfarbenen Tieren und dem Albino festzustellen. Die absolute Schwelle liegt bei ♀ C, ♀ S, ♂ B und ♂ E bei einer Leuchtdichte von $8,6 \times 10^{-5} \text{ cd/m}^2$, das ♂ O wählte bis zu einer Leuchtdichte von $8,6 \times 10^{-7} \text{ cd/m}^2$ positiv.

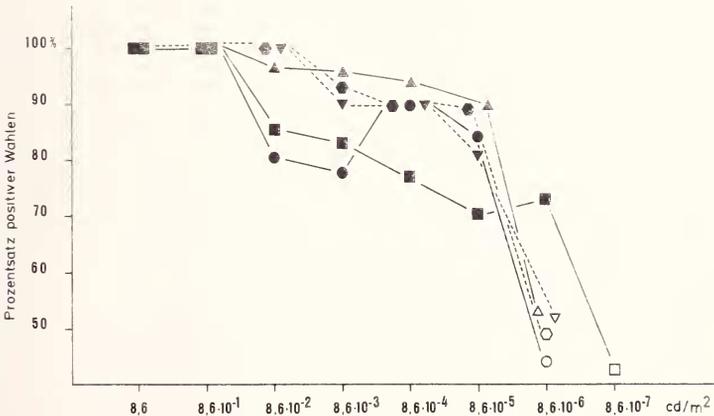


Abb. 3. Wahlleistung der Versuchstiere bei der Ermittlung der visuellen Sensitivität. Abszisse = Leuchtdichtewerte (cd/m^2) des positiven Anweisers; Ordinate: Prozentsatz positiver Wahlen. Ausgezogene Linien = ♂♂; gestrichelte Linien = ♀♀; ausgefüllte Symbole = signifikante Wahlen ($p < 0,01$); offene Symbole = nicht signifikant

Sehschärfe

Bei der Sehschärfestimmung wurden die verschiedenen Streifenbreiten in gemischter Reihenfolge geboten. Dadurch war im gesamten Bereich eine gleichbleibende Wahlsicherheit gewährleistet. Die Dressur auf Gleichrastrer schien sehr viel schwieriger als die Helligkeitsunterscheidung. Bei diesen Experimenten überschritten die positiven Wahlen nur in 2 Fällen 90%. Die Dressurleistung schwankte im Laufe der Zeit beträchtlich. Für jede Streifenbreite wurden pro Tier 60 bis 120 Läufe durchgeführt.

Da die Beleuchtungsverhältnisse für das Sehen eine ausschlaggebende Rolle spielen, wurde die Bestimmung des Minimum separabile bei zwei Beleuchtungsstärken – 220 lx und 0,01 lx – durchgeführt. Die Ergebnisse (Abb. 4 und 5) sind für die 3 Versuchstiere gleich: Bei einer Beleuchtungsstärke von 220 lx erkannten die Versuchstiere aus 50 cm Abstand eine Streifenbreite von 12,5 mm; das entspricht einem physiologischen Sehwinkel von $8'24''$. Bei 0,01 lx fällt das Minimum separabile auf $17'24''$ ($\cong 25$ mm aus 50 cm Abstand) ab.

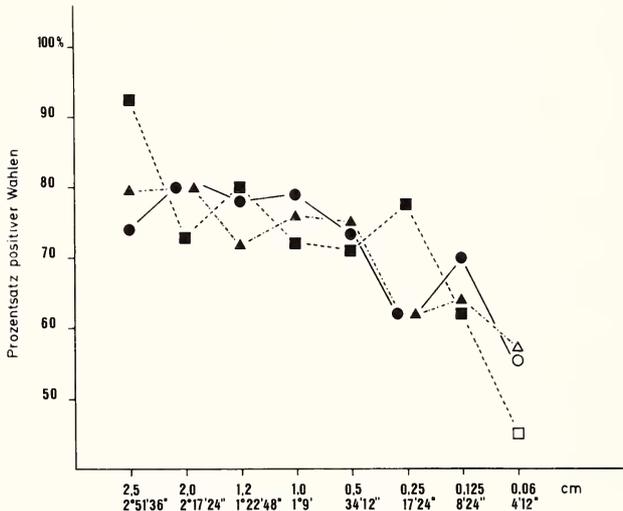


Abb. 4. Wahlleistung der $\sigma\sigma$ Versuchstiere bei der Sehschärfebestimmung (Beleuchtungsstärke 220 lx). Abszisse = Streifenbreite des positiven Dressurzeichens (cm) und der zugehörige Sehwinkel; Ordinate = Prozentsatz positiver Wahlen. Ausgefüllte Symbole: signifikante Wahlen ($p < 0,01$); offene Symbole: nicht signifikant. $\sigma B = \text{---}$; $\sigma E = \text{- - - -}$;

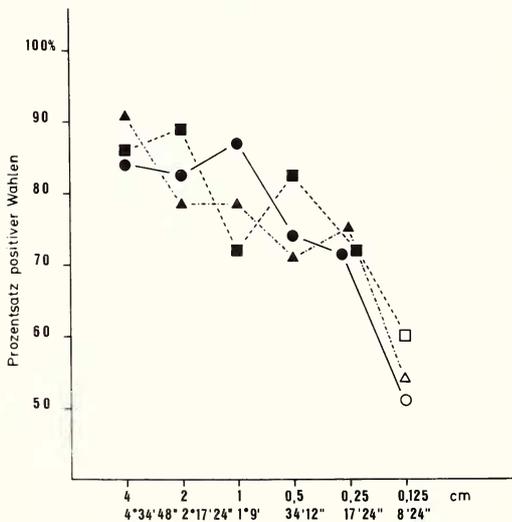


Abb. 5. Wahlleistung der $\sigma\sigma$ Versuchstiere bei der Sehschärfebestimmung (Beleuchtungsstärke 0,01 lx). Abszisse = Streifenbreite des positiven Dressurzeichens (cm) und der zugehörige Sehwinkel; Ordinate = Prozentsatz positiver Wahlen; ausgefüllte Symbole: signifikante Wahlen ($p < 0,01$); offene Symbole: nicht signifikant. $\sigma B = \text{---}$; $\sigma E = \text{- - - -}$;

Diskussion

Obwohl das Frettchen eines der ältesten Haustiere darstellt – es wird schon in römischer Zeit (STRABO 63 v. Chr. – 20 n. Chr.) als Hilfe bei der Kaninchenjagd erwähnt – hat es viele ursprüngliche Merkmale des freilebenden Iltis behalten. Wegen seiner Zahmheit eignet es sich ausgezeichnet für Untersuchungen im Labor, und in den letzten Jahren wird es als Modell für die Erforschung des Verhaltens und der Physiologie der Musteliden verwendet (POLLARD et al. 1967; APFELBACH und EBEL 1975; APFELBACH und WESTER 1977). Die Versuche von RÄBER (1944) und APFELBACH (1973) hatten gezeigt, daß der Gesichtssinn beim Nahrungserwerb der Frettchen eine Rolle spielt. Auch die Ortsdressuren und Dressuren im „Irrgarten“ die MÜLLER (1930), POLLARD und LEWIS (1969) und POLLARD (1971) durchführten, zeigten, daß die Frettchen optische Hilfen zur Orientierung benutzen.

Die histologischen Untersuchungen von BAUMEISTER (1975), KRAUSE (1888), STUTNITZ (1952) und GEWALT (1959) hatten ergeben, daß der Bau des Auges von Frettchen und Steinmarder zahlreiche Merkmale aufweisen, die es als besonders geeignet für das Sehen in der Dämmerung erscheinen läßt. Die Retina ist aus Stäbchen und Zapfen aufgebaut, (im Verhältnis Stäbchen: Zapfen = 25–30:1). Im Gegensatz zu der großen Anzahl von Stäbchen waren wenig Ganglienzellen zu finden. Auf einen Retinaabschnitt von $100\mu^2$ entfallen nur 5–7 Ganglienzellen, hingegen bis zu 120 Stäbchen und durchschnittlich 8 Zapfen. Diese große Konvergenz der Stäbchen deutet auf ein relativ geringes Formenunterscheidungsvermögen bei Frettchen hin, zum anderen auf recht lichtempfindliche Augen. Außer dem Netzhautaufbau spricht die große, weit in den Glaskörper hineinragende Linse und das Vorhandensein eines mehrschichtigen Tapetum lucidum cellulosum für ein gutes Sehvermögen in der Dämmerung. Der Bau der Retina und Chorioidea des albinotischen Frettchens zeigte eine weitgehende Übereinstimmung mit denen anderer Musteliden. Jedoch fehlt in der gesamten Pigmentepithelschicht der Retina das Pigment.

Aus dem für Dämmerungstiere typischen Augenaufbau ist eine hohe absolute Lichtempfindlichkeit zu erwarten. Die visuelle Sensitivität liegt nach unseren Befunden sowohl beim albinotischen als auch beim pigmentierten Tier zwischen $8,6 \times 10^{-5}$ bzw. $8,6 \times 10^{-6}$ cd/m² ($\cong 2,7 \times 10^{-6}$ bzw. $2,7 \times 10^{-7}$ asb). Mit ähnlichen Methoden wurde von NEUWEILER (1962) für den Flughund eine absolute Schwelle von 4×10^{-7} asb bestimmt. In derselben Größenordnung liegen die Werte für die Katze (DUKE – ELDER 1958; $5,8 \times 10^{-6}$ asb) und für verschiedene Eulenarten (OEHME 1961; $1,5 \times 10^{-6}$ asb). Trotz der besonderen Ausbildung der Augen für das Sehen in der Dämmerung, sehen diese Dämmerungstiere nicht besser als der Mensch, dessen absolute visuelle Schwelle bei $8,5 \times 10^{-8}$ asb liegt (PIRENNE und DENTON 1958). Die Absolutzahlen sind jedoch nur bedingt zu vergleichen, da die Ergebnisse in starkem Maße von der Methode abhängen.

Größere Unterschiede finden sich bei der Sehschärfe. Erste Versuche zur Bestimmung der Sehschärfe bei Musteliden wurden von NEUMANN und SCHMIDT (1959) mit Frettchen (Albino) und Iltisfrettchen durchgeführt. Die Versuchstiere mußten geometrische Formen (Kreis, Quadrat) im Größenbereich von 30–60 mm Durchmesser aus einer Entfernung von 1 m unterscheiden. Es gelang bis zu einer Flächendifferenz von 16,5%, was einem Sehinkel von 16'22" entspricht. Die Leistung blieb in einem Helligkeitsbereich von 260–0,1 lx konstant. Obwohl NEUMANN und SCHMIDT (1959) eine sehr unterschiedliche Methode zur Sehschärfebestimmung verwendeten, lassen sich ihre Ergebnisse mit den von uns erstellten Werten vergleichen. Es wurden in beiden Untersuchungen keine nennenswerten Abweichungen der Leistungen beim Iltisfrettchen und beim Albino gefunden. Die in vielen Dressuren geringeren Leistungen der Albinos gegenüber pigmentierten Tieren, (MÜLLER 1930; GEWALT 1959) werden von NEUMANN und SCHMIDT (1959) auf Augenfehler zurückgeführt, die bei vielen Albinos vorkommen. Die Differenz zwischen dem von NEUMANN und SCHMIDT (1959) erstellten Minimum separabile (16'22") und unseren Ergebnissen (8'24") ist höchstwahrscheinlich auf methodische Unterschiede zurückzuführen. Entscheidend wird die Seh-